



Análise da distribuição espaço-temporal de tartarugas-marinhas em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro

Raquel Azeredo Muniz^{1,4*}

 <https://orcid.org/0000-0002-0307-5142>

* Contato principal

Pedro Mattos Pereira de Souza²

 <https://orcid.org/0009-0009-2306-2654>

Juliana Mello Fonseca^{3,4}

 <https://orcid.org/0000-0003-0029-1787>

Fabio Soares Cruz⁴

 <https://orcid.org/0009-0002-1671-4027>

Mariana Soares⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-3003-0342>

Thiago Leal Tavares⁴

 <https://orcid.org/0000-0001-9498-1740>

Júlia Célia Mercedes Strauch²

 <https://orcid.org/0000-0002-9225-0511>

¹ Fundação de Apoio à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro/FAETEC, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <raquelmuniz7@gmail.com>.

² Universidade Federal Fluminense/UFF, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <PedroMattos029@hotmail.com, julia.strauch.pesquisa@gmail.com, pedromattos029@hotmail.com, julia.strauch.pesquisa@gmail.com>.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <juliana.mellofonseca@gmail.com, juliana.mellofonseca@gmail.com>.

⁴ Instituto SENAI de Tecnologia Química e Meio Ambiente, Rio de Janeiro/RJ, Brasil. <soares4fc@hotmail.com, marianasoares_s@yahoo.com.br, ttavares@firjan.com.br, raquelmuniz7@gmail.com, juliana.mellofonseca@gmail.com>.

Recebido em 15/08/2023 – Aceito em 18/08/2023

Como citar:

Muniz RA, Souza PMP, Fonseca JM, Cruz FS, Soares M, Tavares TL, Strauch JCM. Análise da distribuição espaço-temporal de tartarugas-marinhas em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. Biodivers. Bras. [Internet]. 2024; 14(4): 10-28. doi: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i4.2474

Palavras-chave: Ecologia de populações; tecnologias geoespaciais; monitoramento ambiental.

RESUMO – A região de Arraial do Cabo, estado do Rio de Janeiro no Brasil, abriga uma alta biodiversidade marinha, além de fornecer importante zona de alimentação e abrigo para as espécies de tartarugas-marinhas na região sudeste do Brasil. Destarte, o presente trabalho tem por objetivo analisar os registros sobre a presença e a distribuição espacial de espécies de tartarugas-marinhas em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Tais registros foram realizados por meio de embarcação seguindo transectos lineares desenhados para a porção oceânica e para a porção protegida do cabo, ao longo de oito campanhas, entre 2019 e 2021. As tartarugas-marinhas observadas ao longo dos transectos foram identificadas, fotografadas e registrado seu posicionamento espacial. Também foram registrados dados abióticos como temperatura superficial da água do mar, velocidade e direção do vento. Para a análise da distribuição espacial das tartarugas-marinhas foram analisados os parâmetros abióticos e elaborados mapas de densidade usando uma função kernel. Como resultado foram identificadas quatro espécies: *Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Dermochelys coriacea*, sendo estas duas últimas as mais abundantes. Ambas as espécies apresentaram padrão de agregação espacial nas porções oceânica e protegida do cabo. Todavia,



o padrão entre as espécies foi temporalmente distinto: a presença da espécie *C. mydas* foi registrada ao longo de todo o período de estudo, enquanto *D. coriacea* foi registrada somente em novembro 2019. Características ecológicas de cada uma das espécies, além da distribuição de manchas de plâncton gelatinoso, podem explicar estes padrões de dispersão e densidade. Estas informações são relevantes para subsidiar a implementação de ações de preservação.

Analysis of spatial-temporal distribution of sea turtles in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro

Keywords: Population ecology; geospatial technologies; environmental monitoring.

ABSTRACT – The Arraial do Cabo region, state of Rio de Janeiro in Brazil, shelter a great marine biodiversity, in addition to providing an important feeding and sheltering area for sea turtle species in the southeast region of Brazil. Thus, the present paper aims to analyze records on the presence and spatial distribution of species of sea turtles in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Such records were made by means of a vessel following transects lines designed for the oceanic portion and for the protected portion of the cape, over eight campaigns, between 2019 and 2021. The sea turtles observed along these transects were identified, photographed and recorded its spatial position. Abiotic data on seawater surface temperature, wind speed and direction were also recorded. For the analysis of the spatial distribution of sea turtles, analyzes of abiotic parameters were carried out and density maps were elaborated using a kernel function. As a result, four species were identified: *Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* and *Dermochelys coriacea*, with the latter two being the most abundant. Both species showed a pattern of spatial aggregation in the oceanic and protected portions of the cape. However, the pattern between the species was temporally distinct: the presence of the species *C. mydas* was recorded throughout the entire study period, while *D. coriacea* was recorded only in November 2019. Ecological characteristics of each of the species, in addition to the distribution of patches of gelatinous plankton, can explain these patterns of dispersion and density. This information is relevant for the development of conservation actions.

Análisis de la distribución espacio-temporal de las tortugas marinas en Arraial do Cabo, Rio de Janeiro

Palabras clave: Ecología de la población; tecnologías geoespaciales; monitoreo ambiental.

RESUMEN – La región de Arraial do Cabo, estado de Rio de Janeiro en Brasil, alberga una alta biodiversidad marina, además de proporcionar un área importante de alimentación y refugio para las especies de tortugas marinas en la región sureste de Brasil. Así, el presente trabajo tiene como objetivo analizar registros sobre la presencia y distribución espacial de especies de tortugas marinas en Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Dichos registros se realizaron mediante una embarcación siguiendo transectos diseñados para la porción oceánica y para la porción protegida del cabo, durante ocho campañas, entre 2019 y 2021. Las tortugas marinas observadas a lo largo de los transectos fueron identificadas, fotografiadas y registradas espacialmente. También se registraron datos abióticos sobre la temperatura de la superficie del agua de mar, la velocidad y la dirección del viento. Para el análisis de la distribución espacial de las tortugas marinas se realizaron análisis de parámetros abióticos y se elaboraron mapas de densidad utilizando una función kernel. Como resultado se identificaron cuatro especies: *Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* y *Dermochelys coriacea*, siendo estas dos últimas las más abundantes. Ambas especies mostraron un patrón de agregación espacial en las porciones oceánica y protegida del cabo. Sin embargo, el patrón observado entre las especies fue temporalmente distinto: la presencia de la especie *C. mydas* se registró durante todo el período de estudio,

mientras que *D. coriacea* se registró solo en noviembre 2019. Las características ecológicas de cada una de las especies, además de la distribución de manchas de plancton gelatinoso, pueden explicar estos patrones de dispersión y densidad. Esta información es relevante para el desarrollo de acciones de conservación.

Introdução

Ao longo da costa brasileira é reportada a ocorrência de cinco espécies de tartarugas-marinhas: *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva), *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente), *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) e *Chelonia mydas* (tartaruga-verde). Exceto esta última, todas as demais se encontram na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção [1], e todas as cinco espécies constam na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza [2]. Com especial destaque para *E. imbricata* e *D. coriacea*, que mantém o status de criticamente em perigo, a primeira espécie pela IUCN e a segunda pela lista nacional, respectivamente.

Os impactos antrópicos que atingem esses animais são diversos, como: o crescimento urbano desordenado, que leva a alteração e degradação dos habitats, incluindo áreas de desova [3][4]; a ingestão de resíduos, principalmente microplásticos [5][6][7]; a fotopoluição, que interfere diretamente no ciclo reprodutivo [8][9]; a captura incidental em função da pesca predatória [10][11][12], e as mudanças climáticas globais, que interferem em muitos aspectos, incluindo a proporção entre machos e fêmeas [13][14][15]. Além desses, destacam-se também os impactos decorrentes de atividades portuárias, que causam alterações na dinâmica costeira, supressão de ecossistemas; processos de soterramento e dragagens do ambiente bentônico e alterações na paisagem e, conseqüentemente, o comprometimento de outros setores econômicos costeiros importantes: como turismo, pesca e transporte local [16][17][18]. Todavia, a intensificação do tráfego de embarcações é um dos impactos das atividades portuárias que mais afeta às tartarugas-marinhas, pois possibilita colisões frequentes, causando lesões graves, mutilações e geralmente o óbito [19].

O Porto do Forno, situado na Praia dos Anjos, município de Arraial do Cabo, apresenta características importantes do ponto de vista ambiental, por estar situado em um ecossistema sensível, sendo considerado um relevante ponto de diversidade de organismos marinhos na região sudeste da

costa brasileira [20]. Tais características se devem principalmente ao fenômeno da ressurgência na região [21]. Além disso, o porto fica em uma Reserva Extrativista marinha (RESEX), a RESEX Arraial do Cabo, que tem como principal objetivo preservar a biodiversidade e a cultura da pesca artesanal tradicional [22]. Portanto, toda atividade que possa potencialmente causar impactos à biodiversidade deve obrigatoriamente se submeter ao processo de licenciamento ambiental, que é coordenado e fiscalizado por órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) e orientado por normas federais (Resoluções Conama nº 001/1986 e nº 237/1997). De forma resumida, nesse processo o empreendedor deve obter a: i) licença prévia (LP), a ser obtida na concepção do projeto; ii) licença de instalação (LI), para dar início às obras de instalação do empreendimento; e iii) licença de operação (LO), necessária para início de atividades do empreendimento. Ainda na LP, são acordados os projetos condicionantes de licença, que serão executados ao longo das atividades do empreendimento, tendo como objetivo a mitigação dos impactos inerentes às atividades [23]. Tais projetos podem envolver o monitoramento de organismos sensíveis, como no caso deste estudo.

Nesse contexto, as tartarugas-marinhas se destacam por desempenhar um importante papel ecológico nos ecossistemas marinhos, e, portanto, estudos envolvendo o monitoramento das populações são imprescindíveis, para a criação e implementação de políticas públicas para conservação. Porém, a maior parte desses estudos no Brasil, são desenvolvidos a partir de metodologias de monitoramento de enalhes [19], assim como em áreas de nidificação [15].

O uso de novas tecnologias, como o monitoramento a partir de aeronaves remotamente pilotadas (drones) também vem crescendo no Brasil, pela praticidade de uso e redução de custos [24]. Todavia, poucos estudos, no Brasil e no mundo, são realizados por meio de metodologias mais dinâmicas, como as realizadas a partir de embarcações com o registro das observações sendo feito com o sistema de posicionamento global (SPG).

Nota-se também a escassez de monitoramentos realizados por telemetria, a exemplo de poucos trabalhos publicados com a utilização dessa tecnologia

[25][26][27], em função dos elevados custos. Tais métodos, envolvendo o monitoramento do uso do *habitat* por meio de tecnologias geoespaciais, são de extrema importância para o melhor conhecimento sobre a ecologia das tartarugas-marinhas em todas as etapas de seu ciclo de vida, visto que são animais migratórios. Portanto, geotecnologias são apontadas para uma boa performance da análise de dados [28], gerando um melhor entendimento sobre padrões de distribuição de populações destes animais, e sobre a interferência nesses padrões, frente a impactos ambientais específicos.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é analisar a distribuição espaço-temporal de espécies de tartarugas-marinhas em Arraial do Cabo, no Rio de Janeiro, bem como analisar parâmetros abióticos. Esta última análise permite obter uma melhor compreensão do cenário ambiental e dos fatores que

contribuem para explicar a densidade e ocorrência desses animais.

Área de estudo

Arraial do Cabo é um município que se localiza em uma massa de terra que se estende para o Oceano Atlântico (Figura 1). Segundo o IBGE Cidades (<https://cidades.ibge.gov.br>), o município de Arraial do Cabo apresentava, em 2021, uma população estimada de 30.827 habitantes com uma densidade demográfica de 172,91 hab/km². No último Censo Demográfico de 2010 apresentou 91,1% de esgotamento sanitário adequado, 61,6% de arborização de vias públicas com 51,2% de urbanização dessas vias. Em 2019, o PIB per capita foi de R\$84.241,59. Em 2015, apresentou 68,5% do seu orçamento proveniente de fontes externas, isto é, de transferências do Estado e da União e dos royalties do petróleo.

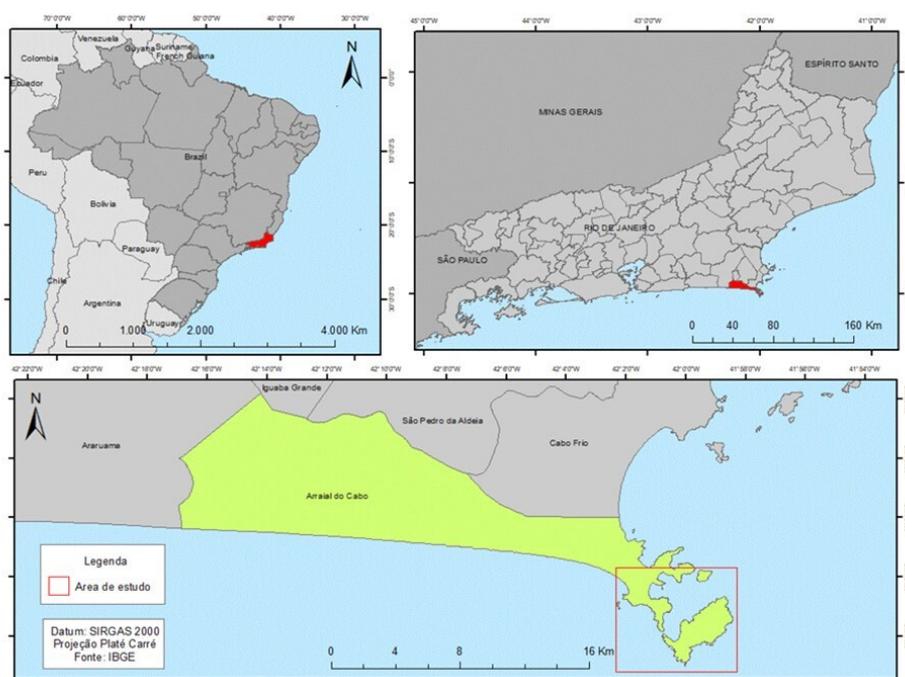


Figura 1 – Mapa da área de estudo.

Situado na porção norte do estado do Rio de Janeiro, região sudeste do Brasil, marcada pela mudança na orientação da linha de costa, de Norte-Sul para Leste-Oeste, próximo à isóbata de 100 m (Figura 1). Durante o final da primavera e verão, nessa região predominam os ventos do quadrante (N-NE), que, combinados com a geomorfologia da costa, dão origem ao fenômeno da ressurgência.

Esse fenômeno é caracterizado pela chegada, à superfície, de águas frias que percorrem o fundo marinho (Águas Centrais do Atlântico Sul – ACAS), trazendo com elas nutrientes que abastecem toda a teia trófica marinha desta região [21]. Contribuindo, portanto, para a grande biodiversidade marinha dessa área de estudo.

Material e Métodos

O desenho amostral idealizado para a coleta de dados e registro de tartarugas-marinhas contemplou duas áreas distintas: área externa (oceânica) de Arraial do Cabo, com dez transectos de 3 km cada, conforme ilustrado na Figura 2; e uma área interna do cabo, com seis transectos irregulares distribuídos entre o continente e a ilha de Cabo Frio (Figura 3). Inicialmente, o presente estudo tinha como principal objetivo detectar possíveis impactos provenientes das atividades do Porto do Forno na região, e, portanto, a área externa foi prevista como área controle, e

a área interna foi desenhada para monitorar as possíveis interações da megafauna com as atividades portuárias, visto que o Porto do Forno se localiza próximo à enseada do Forno, na área interna de Arraial do Cabo. Entretanto, ao longo do período de estudo, as atividades do Porto foram restritas ao desembarque de tripulantes e de carregamento de sal, entre os dias 21 e 24/10/2019; 31/10/2019, e apenas um dia em dezembro de 2019, próximo ao Natal. Portanto, devido à sua atividade inexpressiva, não pode ser verificado neste estudo nenhum impacto direto decorrente destas atividades do Porto sobre a megafauna monitorada.

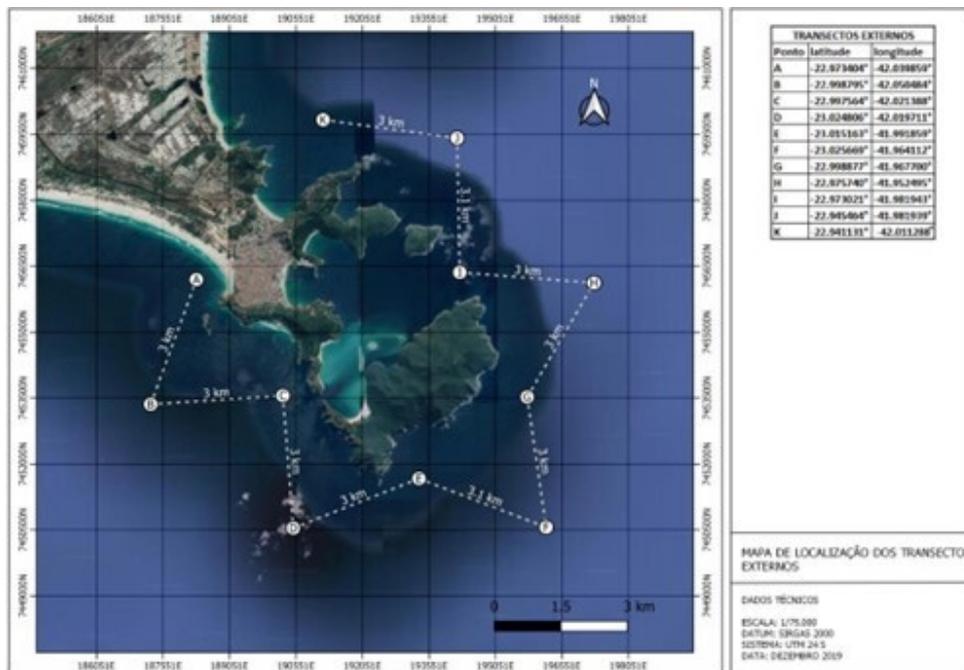


Figura 2 – Transectos externos com 3 km de extensão cada, em Arraial do Cabo/RJ.

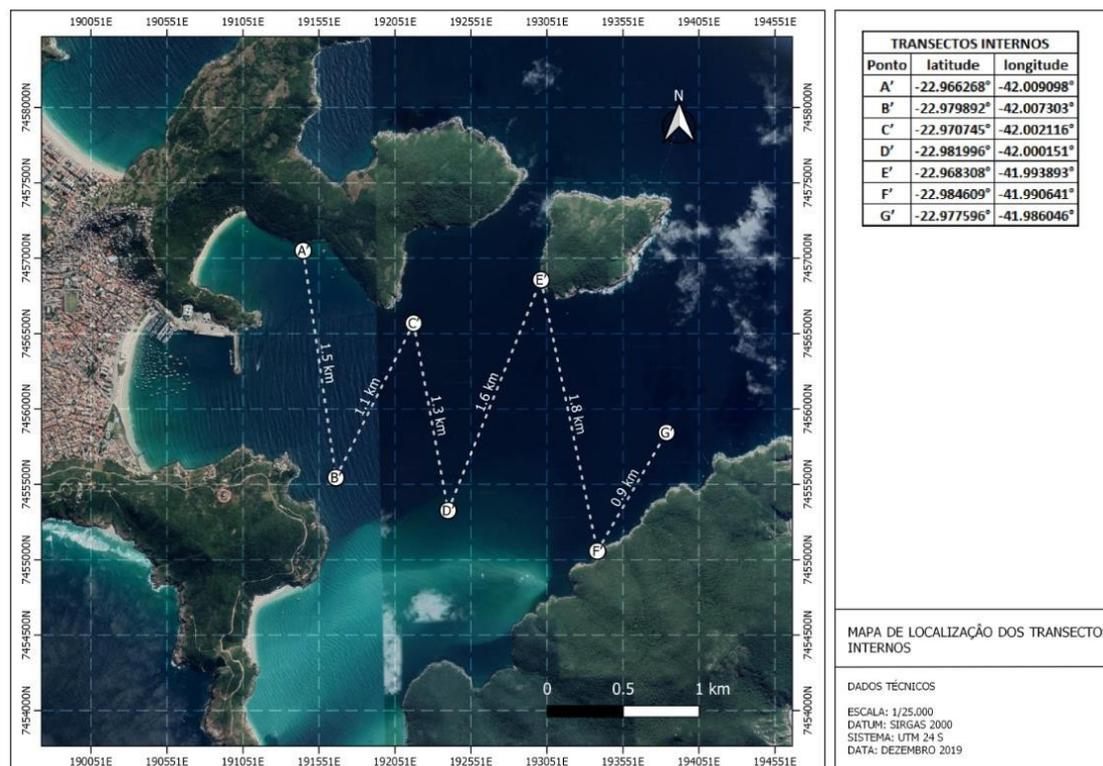


Figura 3 – Transectos internos para monitoramento de tartarugas-marinhas, em Arraial do Cabo/RJ.

Originalmente, as campanhas foram planejadas para ter periodicidade bimestral, com seis dias de amostragem por campanha. Entretanto, não foi possível manter tal periodicidade, em função das condições climáticas adversas, assim como em função do período de restrições devido à pandemia de Covid-19. Cada campanha de monitoramento foi composta por três pernadas de dois dias (somando

um total de seis dias de esforço por campanha), distribuídas ao longo do período de estudo. Ao todo foram realizadas sete campanhas e meia, com um total de [45] dias (aproximadamente 270 horas) de esforço amostral (Tabela 1). A cada dia de esforço foram percorridos tanto os transectos externos quanto os internos.

Tabela 1 – Datas das campanhas realizadas para monitoramento de tartarugas-marinhas.

Ano	Campanha	Datas	Nº de Dias
2019	C1	25-26/5 e de 01-04/6	6
	C2	08-09; 15, 16, 27 e 28/7	6
	C3	26-27/8; 07, 08 e 13/10 e 02/11	6
	C4	03, 20, 21, 22, 30/11 e 01/12	6
2020	C5	11, 12, 22, 23, 30-31/01	6
	C6	14-15/03; 24-25/9 e 14-15/10	6
	C7	09-10 e 18/11; 21-22/12/2020; 25/01/2021	6
2021	C8	08-10 de fevereiro de 2021**	3

**Campanha 8 realizada com apenas 3 dias.

A cada dia do monitoramento, os transectos foram percorridos a bordo de embarcação de madeira de 9,6 m e motor MWM de 3 cilindros. As avistagens foram realizadas por pelo menos dois observadores, posicionados em cada bordo da embarcação, cada qual responsável por um campo de visão de aproximadamente 90°, totalizando 180° de campo amostral.

A velocidade da embarcação se manteve constante (entre 3 e 4 nós) a fim de evitar qualquer interferência no comportamento natural dos animais, ora objeto deste estudo, adaptando-se metodologia já consolidada [29]. O procedimento de avistagem teve como premissa a coleta de dados com base no método adaptado de registro comportamental, Animal Focal, a fim de detalhar o comportamento instantâneo predominante no momento da avistagem [30].

Todas as tartarugas-marinhas avistadas foram identificadas ao menor grau taxonômico, sempre que possível. Os dados de comportamento dos animais no momento da avistagem, assim como possíveis interações com outros grupos taxonômicos ou com a embarcação, dentre outras informações foram registradas. A posição geográfica relativa à posição do observador no momento da avistagem foi registrada através do uso de GPS GARMIN eTrex10, e o registro fotográfico também foi realizado sempre que possível, por meio de câmera Digital Single Lens Reflex (DSLR) denominada Nikon D3100.

Para integrar os resultados biológicos, em todas as visitas a campo foram realizadas coletas dos seguintes parâmetros abióticos: temperatura das águas superficiais, velocidade e direção do vento e profundidade por ponto dos transectos.

A temperatura superficial da água do mar foi coletada nos pontos iniciais e finais de cada transecto (externo e interno) por meio de termômetro digital. Coletas adicionais foram realizadas em caso de mudança brusca das condições ambientais. Para estes dados dos transectos externos e internos, separadamente, foram calculadas as médias e erros padrão dos valores coletados *in situ*, de modo a elaborar gráfico que possibilite sua interpretação. Os dados de intensidade e direção dos ventos foram avaliados em cada visita a campo, e confrontado com os registros disponibilizados em planilhas, pelo

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://portal.inmet.gov.br/>), para a estação meteorológica de Arraial do Cabo. Os dados de velocidade do vento foram tratados a partir das médias dos valores diários, e seus respectivos erros padrão. Em relação à direção do vento, foram calculadas as médias das frequências de cada direção, para a elaboração do gráfico de frequência mensal.

Para cada ponto de ocorrência de tartarugas foram obtidos os valores de profundidade (m) a partir da plotagem das coordenadas obtidas por GPS na carta náutica intitulada Enseadas de Cabo Frio, na escala 1:20.000, produzida pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), obtida a partir do site da Marinha do Brasil (<https://www.marinha.mil.br>). Esse processo requereu uma interpolação digital na carta, sendo realizado no ambiente de sistema de informações geográficas no software ArcGIS, que possibilitou a sobreposição de camadas de informações. Portanto, os pontos de registros dos animais em campo foram sobrepostos à camada de informações da carta náutica supracitada, contendo o mapeamento das zonas batimétricas da área de estudo. A partir dessa sobreposição, a interpolação foi realizada, tomando-se como referência dois pontos de profundidades conhecidas (na carta) mais próximos ao ponto no qual foi observada a ocorrência do animal registrado (por GPS), a partir dos quais foi realizada uma média.

Desta forma, visando obter um padrão de agregação segundo as espécies de tartarugas-marinhas observadas, por unidade de área e uma estimativa da densidade de ocorrência, foi efetuada uma análise exploratória espacial, utilizando os pontos de registro de ocorrência e suas respectivas profundidades. Para isso usou-se uma função kernel usando um raio de influência de 5 km. Essa distância foi adotada para os transectos internos e externos, após várias simulações, visando verificar as respectivas densidades das espécies analisadas.

Resultados

Parâmetros abióticos

A temperatura superficial da água do mar (TSM) apresentou mudança no padrão entre transectos internos (TI) e externos (TE), ao longo do período de estudo (Figura 4).

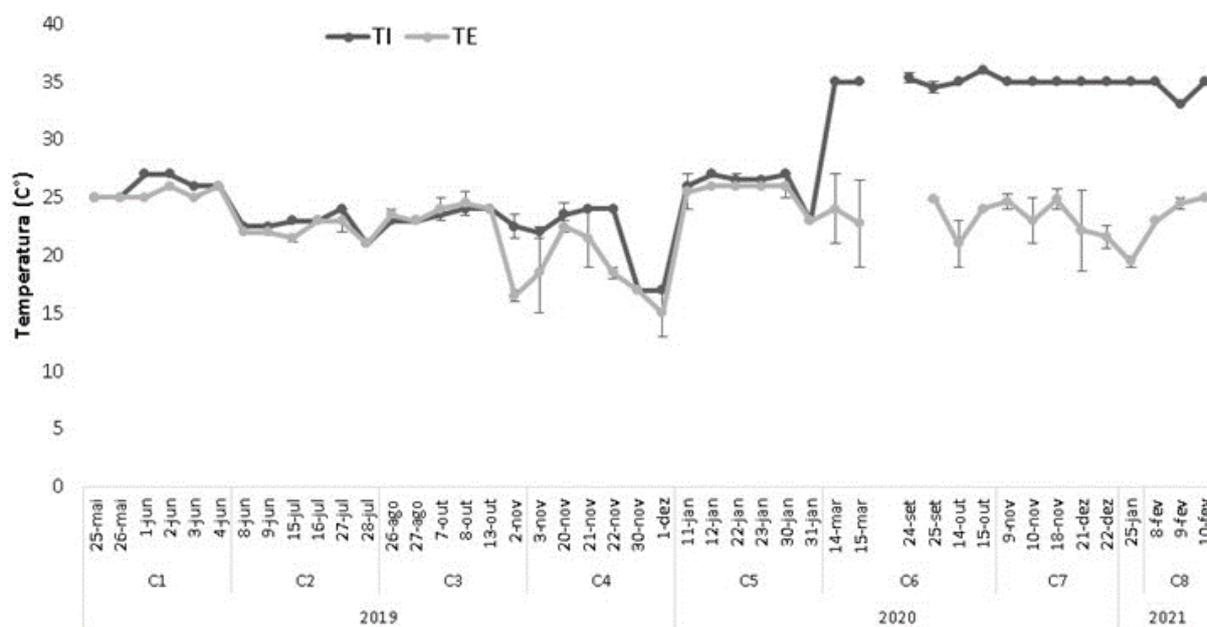


Figura 4 – Temperatura superficial da água do mar, em amostras coletadas nos transectos internos e externos em Arraial do Cabo/RJ (média \pm erro padrão), ao longo dos períodos de estudo (TI = Transectos internos; TE = Transectos externos). O período de ausência de dados se refere ao evento da pandemia, quando as atividades foram interrompidas.

Nas primeiras três campanhas, correspondentes ao período de inverno de 2019, foi observado que as médias das temperaturas entre os dois grupos de transectos eram semelhantes, variando entre 21° e 27°C. Entre o final da terceira e da quarta campanhas, realizada entre final de outubro e início de dezembro de 2019, foi observada uma queda da temperatura superficial da água, em ambos os conjuntos de transectos, chegando a um valor mínimo de 17°C. Posteriormente, na quinta campanha, os padrões de temperatura voltaram ao nível inicial, com comportamento ainda semelhante entre os grupos de transectos. Todavia, a partir das pernas realizadas em março de 2020 (sexta campanha),

pôde ser observada uma divergência nos padrões de temperatura superficial da água do mar, com águas superficiais mais quentes, apresentando um maior destaque para a região interna (transectos internos) da área de estudo, em relação à porção externa (transectos externos).

A velocidade do vento mostrou maiores valores médios entre agosto e outubro de 2019, com um pico em janeiro de 2021. Os menores valores de velocidade do vento, no período, foram referentes a abril de 2019 e a fevereiro de 2021. Porém, o primeiro valor pode estar subnotificado, devido à ausência de dados na maioria dos dias naquele mês, disponibilizados pelo INMET, para a estação meteorológica (Figura 5).

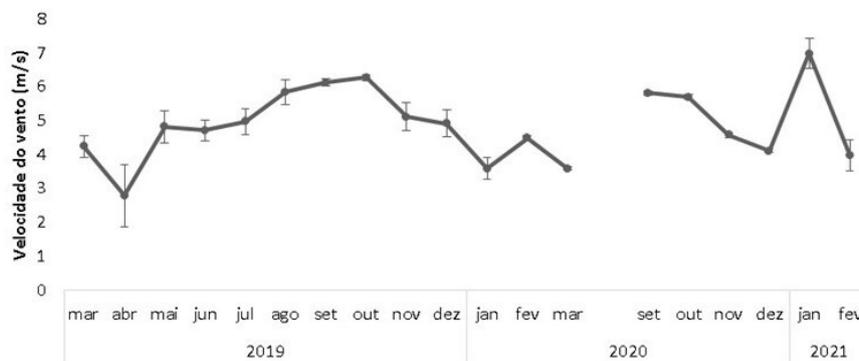


Figura 5 – Velocidade do vento (m/s) em Arraial do Cabo/RJ (média, \pm erro padrão), ao longo dos períodos de estudo. Os dados ausentes se referem ao período de pandemia, quando as atividades foram interrompidas.

Em relação à direção dos ventos predominantes, observa-se que eles ocorrem provenientes dos quadrantes leste e nordeste e que predominaram

ao longo de todo o período de estudo (Figura 6), conforme já esperado para a região.

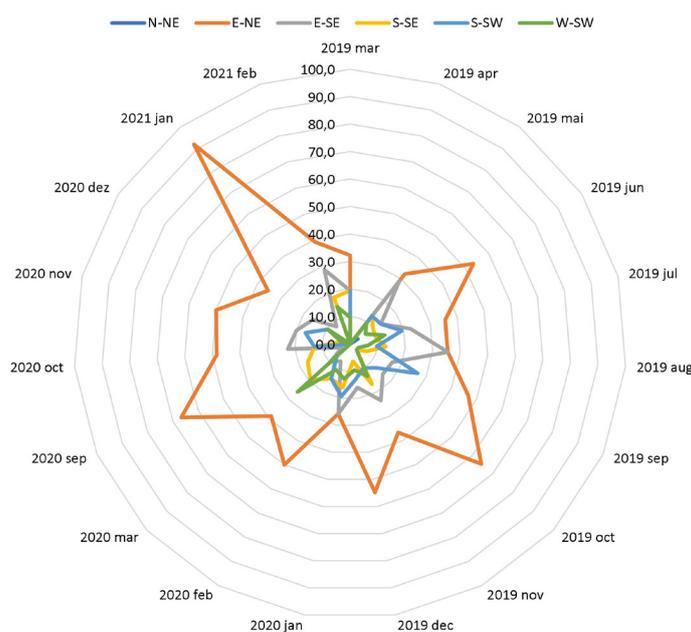


Figura 6 – Direção dos ventos em Arraial do Cabo/RJ (% dos dias a cada mês), ao longo dos períodos de estudo.

Análise quali-quantitativa das espécies de tartarugas-marinhas observadas na área de estudo

Foram registradas quatro das cinco espécies de tartarugas-marinhas cuja distribuição já era conhecida ao longo da área de estudo: *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva); *Chelonia mydas* (tartaruga-verde);

Caretta caretta (tartaruga-cabeçuda) da família Cheloniidae; e *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) da família Dermochelyidae (Figura 7). Alguns espécimes não puderam ser identificados, pelo rápido deslocamento/mergulho dos animais, o que impediu a observação de características importantes para a identificação, ou registro fotográfico.

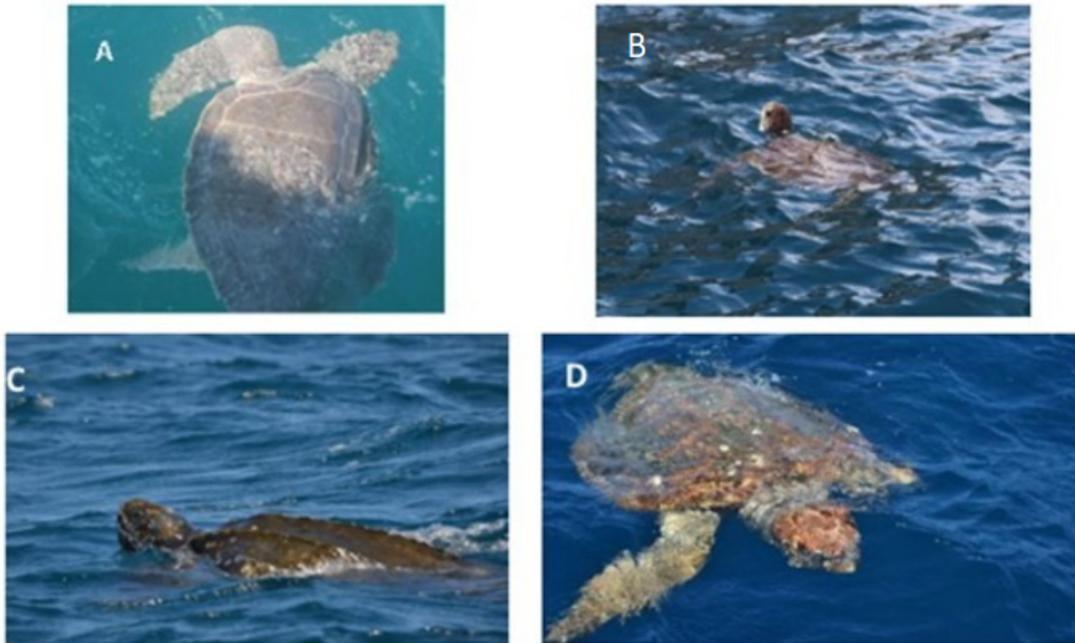


Figura 7 – Indivíduos das espécies: A) *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva); B) *Chelonia mydas* (tartaruga-verde); C) *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) e D) *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda). Fonte: Raquel Muniz e Fabio Cruz.

Ao todo foram registradas 163 avistagens de tartarugas-marinhas na área de estudo. Foi observada variação do número total de animais, segundo suas respectivas espécies ao longo do tempo (Figura 8, Tabela 2). Tal variação já era

esperada, levando-se em consideração o ciclo migratório das espécies estudadas, em adição ao ciclo natural da ressurgência, que mobiliza toda a estrutura e dinâmica das comunidades marinhas, nessa região.

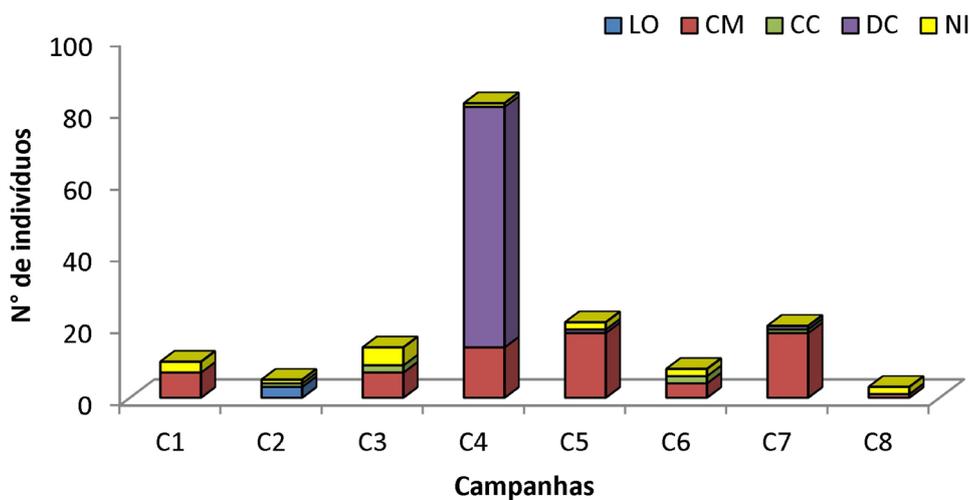


Figura 8 – Variação temporal do número de indivíduos de tartarugas-marinhas, ao longo das campanhas de coleta de dados, desenvolvidas em Arraial do Cabo/RJ. (LO: *L. olivacea*; CM: *C. mydas*; CC: *C. caretta*; DC: *D. coriacea* e NI: não identificadas).

Tabela 2 – Número de indivíduos de tartarugas-marinhas, por espécie, monitoradas em Arraial do Cabo/RJ, ao longo do período de estudo. (LO: *L. olivacea*; CM: *C. mydas*; CC: *C. caretta*; DC: *D. coriacea* e NI: não identificadas).

Ano	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Total
LO	0	3	0	0	0	0	0	0	3
CM	7	0	7	14	18	4	18	1	69
CC	0	1	2	0	0	2	1	0	6
DC	0	0	0	67	1	0	1	0	69
NI	3	1	5	1	2	2	0	2	16
Total									163

Conforme pode ser observado a partir do gráfico apresentado na Figura 8, as espécies que mais se destacaram em termos de abundância foram *D. coriacea*, porém somente na quarta campanha de estudo (entre novembro e dezembro de 2019);

e *C. mydas*, em praticamente todas as campanhas realizadas. As espécies *C. caretta* e *L. olivacea* foram observadas pontualmente, portanto, foi realizada somente a avaliação da distribuição das espécies mais abundantes por transecto estudado (Figuras 9 e 10).

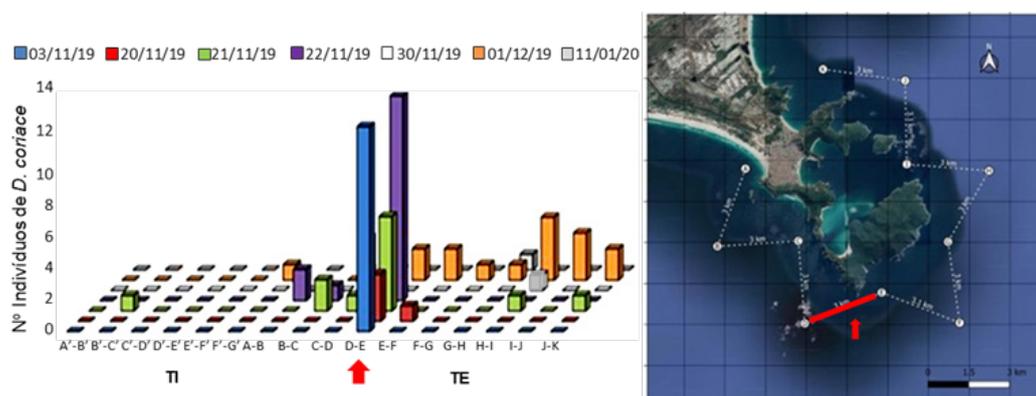


Figura 9 – Variação espacial da abundância de indivíduos de tartaruga-de-couro (*D. coriacea*) ao longo dos transectos internos (TI) e externos (TE), da região de Arraial do Cabo/RJ. As setas vermelhas indicam os transectos de maior abundância da espécie.

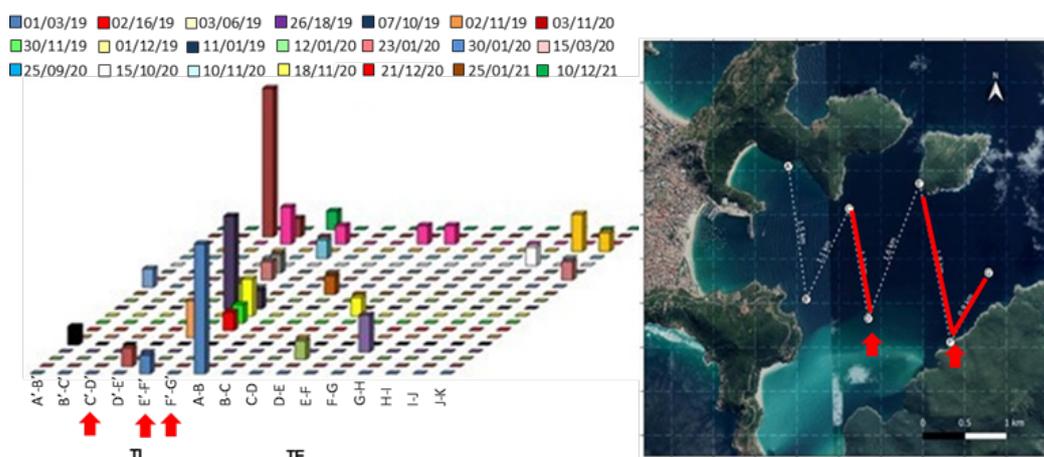


Figura 10 – Variação espacial da abundância de indivíduos de tartaruga-verde (*C. mydas*) ao longo dos transectos internos (TI) e externos (TE) da região de Arraial do Cabo/RJ. As setas vermelhas indicam os transectos de maior abundância da espécie.

As Figuras 9 e 10 representam a diferença no comportamento das duas espécies no que se refere a sua distribuição no espaço. Enquanto as tartarugas-de-couro foram observadas predominantemente na área externa de Arraial do Cabo, majoritariamente no transecto D-E; as tartarugas-verdes foram predominantemente observadas na área interna de amostragem (todas juvenis), majoritariamente nos transectos 'E-'F e 'F-'G. Esses padrões provavelmente indicam diferenças na ecologia dessas duas espécies.

Análise exploratória espacial das espécies de tartarugas-marinhas mais abundantes em Arraial do Cabo

As localizações das ocorrências de tartarugas-marinhas possibilitaram identificar dois padrões de distribuição na área de estudo, em função da espécie. Nesse contexto, observa-se uma concentração de indivíduos da espécie *C. mydas* na porção menos profunda de Arraial do Cabo, referente aos transectos internos, enquanto *D. coriacea* foi observada na porção oceânica (Figura 11).

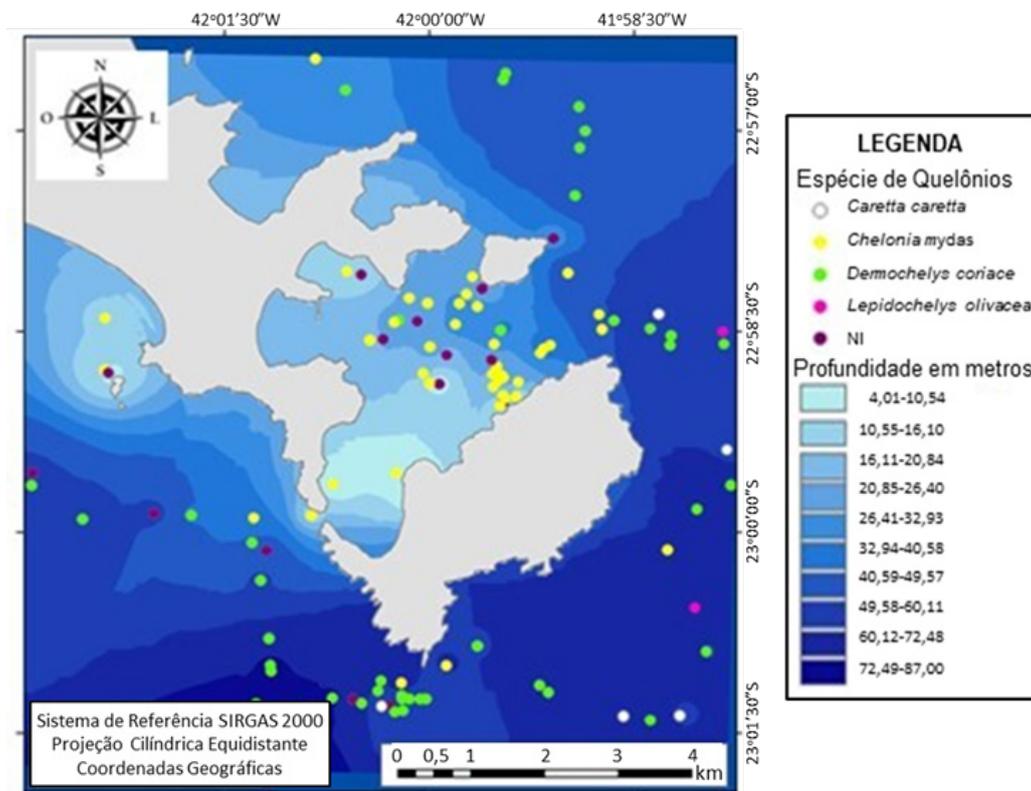


Figura 11 – Distribuição de tartarugas-marinhas encontradas na região de Arraial do Cabo/RJ, ao longo de todo o período de estudo. (NI = não identificadas).

A distribuição dos registros de *C. mydas* indica um padrão de agregação com 99% de confiança na região interna, conforme a densidade de kernel (Figura 12A). Para *D. coriacea* (Figura 12B), o padrão de agregação com 99 % de confiança e aplicada a

função de densidade de kernel demonstrou maior densidade de registros de indivíduos na porção externa (oceânica) da área de estudo, onde as profundidades são abruptamente maiores.

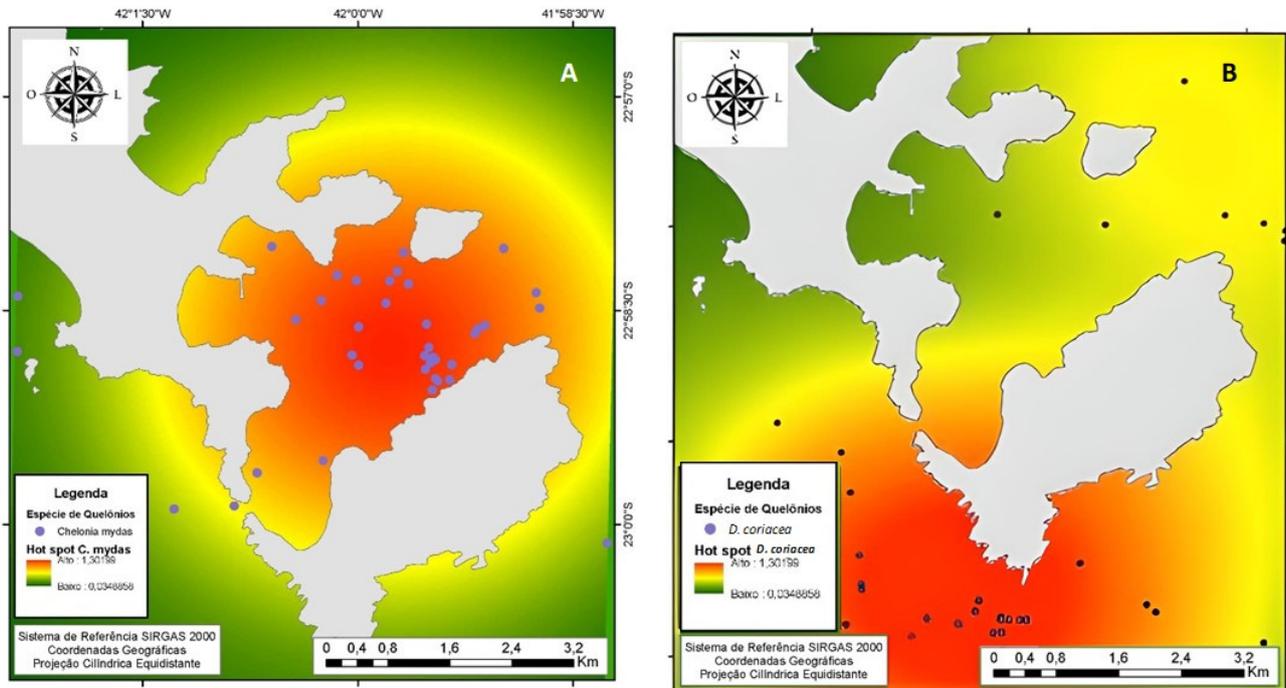


Figura 12 – Mapa de calor mostrando a distribuição de tartarugas-marinhas da espécie *C. mydas* (A) e *D. coriacea* (B) na região de Arraial do Cabo/RJ, ao longo de todo o período de estudo – 01/03/2019 a 10/12/2021.

Discussão

A variação da temperatura superficial da água indicou um padrão esperado, em especial para as cinco primeiras campanhas com predomínio de temperaturas baixas e fenômeno de ressurgência, provocado pelas Águas Centrais do Atlântico Sul. Tal fenômeno é mais evidente no período entre setembro e março, com temperatura média das águas superficiais podendo variar entre 12 -18°C [31]. Porém, a partir da sexta campanha (mais especificamente, a partir de setembro de 2020), foi observada uma alteração desse padrão, com o aquecimento incomum das águas superficiais, principalmente da porção interna da área de estudo. Tal padrão espacial de diferença na temperatura da água já é normalmente observado em Arraial do Cabo, quando se compara a região interna, mais rasa e abrigada, em relação à região externa, mais profunda e mais sujeita aos eventos de ressurgência [32][33]. Porém, eventos de anomalias

térmicas, com valores de temperatura da água acima dos valores das médias normalmente esperadas, já foram observadas para a região, em estudos anteriores [34], em estudo realizado para avaliação de branqueamento de corais, na praia do Forno, em fevereiro e início de maio de 2019. Os autores registraram anomalias entre 0,5 e 2°C, no período de estudo. Tais anomalias geralmente estão associadas ao fenômeno do El Niño, agravado pelo processo de mudanças climáticas globais, que elevam a temperatura superficial da água do mar, afetando os ecossistemas tropicais [35]. Sendo assim, as porções mais rasas desses ambientes normalmente são mais afetadas.

Vale ressaltar que alterações na temperatura dos ecossistemas marinhos podem afetar diretamente as populações de tartarugas-marinhas, inclusive na proporção sexual das populações, visto que o aquecimento das áreas costeiras leva ao nascimento predominante de fêmeas em relação aos machos

[36]. O aumento da temperatura na ordem de 2°C pode causar a feminização de toda uma população, o que enfatiza a sensibilidade das tartarugas-marinhas às alterações climáticas devido ao papel que a temperatura desempenha na determinação do sexo dos embriões [37] e devido ao risco de perda de praias de reprodução pelo aumento do nível do mar. Apesar de esse fato estar associado à temperatura do sedimento no qual os ovos são enterrados, o monitoramento da temperatura superficial da água, pode servir de alerta. Além disso, a temperatura da água do mar, assim como outros fatores ambientais, pode alterar significativamente as áreas de alimentação, levando a possíveis impactos na estrutura e dinâmica das populações [38]. Vale ressaltar que tais alterações são mais potentes em áreas mais rasas, onde os juvenis se alimentam, em função da ausência, ou baixa atuação da termoclina. A concentração de indivíduos de *C. mydas* em locais de águas quentes também foi observada pela equipe de monitoramento do Projeto Tamar. O local é um canal de lançamento de águas de resfriamento de turbinas da empresa Arcellor Mital Tubarão, no Espírito Santo (ES), onde a temperatura se encontra cerca de 8°C acima da normalmente encontrada, antes da captação [39].

Quanto aos resultados de velocidade e direção dos ventos, ambos se comportaram de acordo com o esperado para a região, pois os ventos predominantes e mais intensos de nordeste são diretamente relacionados aos eventos de ressurgência na região, promovendo a ascensão das Águas Centrais do Atlântico Sul [40][31].

Ao longo do período de estudo foram observadas quatro das cinco espécies recorrentes na costa brasileira. A exceção foi a espécie *E. imbricata* (tartaruga-de-pente), apesar de já ter sido registrada na área de estudo, em trabalhos anteriores [19][41]. A região de Arraial do Cabo, principalmente suas porções mais abrigadas, são um potencial *habitat* para essa espécie, cujos indivíduos jovens procuram águas rasas para se abrigar e se alimentar durante esta etapa de seu ciclo de vida [42][41]. Portanto, a ausência de qualquer registro na região pode estar associada às características próprias da espécie, que apresenta maior afinidade às zonas tropicais [41], mas também pode ser um reflexo de impactos antrópicos diretos [43], como o histórico de captura e uso do casco no passado, para a produção de artesanatos [44].

Em relação aos aspectos quantitativos, foi notória a maior frequência de registros ao longo do período de estudo da tartaruga-verde (*C. mydas*).

Tal fato já era esperado, visto que, durante seus estágios juvenil e adulto, essa espécie apresenta hábitos alimentares costeiros [5][45], especialmente relacionados a organismos bentônicos. Nesse contexto, a tartaruga-verde também foi apontada como dominante em estudos de censos subaquáticos [41] encalhes [47][19] e em estudos etnográficos [5]. Essas tartarugas-marinhas apresentam um ciclo de vida complexo [48], uma vez que seus ovos eclodem nas praias, e os neonatos nadam para longe da costa, até chegarem nas correntes oceânicas, onde permanecem por vários anos. Ao atingir cerca de 35 cm de comprimento curvilíneo da carapaça (CCC), as tartarugas-verde retornam à zona nerítica em busca de áreas de forrageio e desenvolvimento [49]. Saliencia-se que todos os indivíduos identificados eram juvenis, com especial destaque para a sétima campanha, quando foram observados indivíduos juvenis de pequeno porte, entre os transectos D' e C' (porção interna), possivelmente recém-chegados da fase oceânica.

Conforme já observado em trabalho anterior [41], a agregação de tartarugas-verde juvenis em Arraial do Cabo, formada majoritariamente por indivíduos com aproximadamente de 40 cm de CCC, é comum. Isso reforça que a região de Arraial do Cabo é importante para o desenvolvimento desta espécie, pois, além de funcionar como corredor migratório [49] é também uma relevante área de alimentação [5][45][46].

Outra espécie que se destacou neste estudo foi *D. coriacea* (tartaruga-de-couro), diferente do que foi notado em relação à *C. mydas*, a agregação de indivíduos desta espécie foi pontual no tempo, com grande número de registros no final de primavera de 2019, período de início de ressurgência, principalmente próximo ao local conhecido como Ponta do Focinho (transecto D-E), localizada na área externa da Ilha de Cabo Frio. Nesse período os animais (adultos) foram observados forrageando, em uma mancha de águas-vivas (Cnidaria, Medusae). Todavia, no ano de 2020, somente um espécime foi registrado, apesar de ser notada a grande disponibilidade desse recurso alimentar no período. De fato, o plâncton gelatinoso é o principal alimento desta espécie. Porém, as agregações das tartarugas-de-couro não são sistemáticas, e, portanto, assumem uma periodicidade bianual, pois, geralmente esses animais intercalam anos dedicados a sítios de alimentação, com anos de visitas à locais para a reprodução [50]. A agregação dessa espécie já foi registrada em outros locais do mundo, como na

costa da Argentina e da África [50]. Porém, essa foi uma evidência inédita para a região de Arraial do Cabo onde, até o presente momento, não se tinha observado tal fenômeno [46].

Tais agregações de tartarugas marinhas na região de Arraial do Cabo foram confirmadas a partir das análises realizadas a partir dos mapas de densidade de kernel, cuja a distância de 5 km de raio para a análise, se mostrou adequada pois, foi possível equalizar as diferenças entre esforços amostrais, em função das diferentes distâncias percorridas, nos transectos externos e internos.

Com relação à *C. mydas*, a concentração de animais ocorreu na região interna, caracterizada por indivíduos juvenis de pequeno porte. Tal configuração pode estar associada ao fato de essa região apresentar um recorte livre de barreiras geográficas, como ilhas e costões rochosos, permitindo o desenvolvimento de ondas em sequência (“trem de ondas”), o que facilita, portanto, a entrada de indivíduos juvenis, recém-chegados da fase oceânica, nesta porção mais abrigada da costa.

As “manchas” de medusas (Cnidaria) foram possíveis fatores determinantes para a agregação das duas espécies mais abundantes. Grandes quantidades de medusas, que são importantes recursos para as tartarugas-marinhas, foram registradas ao longo das campanhas quatro (novembro de 2019), sete (novembro de 2020 a janeiro de 2021) e oito (fevereiro de 2021), respectivamente. Em relação à espécie *D. coriacea*, outro fator que deve ser levado em consideração é o perfil batimétrico da região, que apresenta uma profundidade abrupta logo a partir da porção externa da ilha de Cabo Frio, permitindo desta forma, que animais oceânicos, como a tartaruga-de-couro, acessem facilmente a costa.

Em relação aos registros de *C. caretta* e *L. olivácea*, essas foram pontuais no tempo e no espaço, com um total de seis e três indivíduos registrados, respectivamente com *C. caretta* mais distribuída ao longo dos meses de amostragem. Destaca-se que uma dessas ocorrências se tratou de um indivíduo de *C. caretta* morto, em estado recente de decomposição, no dia 25/09/2020. O animal, que se tratava de um juvenil, foi encontrado ao longo do transecto E'- F' (porção interna da área amostrada). A região norte do estado do Rio de Janeiro é um reconhecido sítio de desova de *C. caretta* [51], sendo também uma importante área de alimentação [52]. E assim como para as demais espécies de tartarugas-marinhas, *C. caretta* merece especial atenção em termos de

ações para o monitoramento de suas populações, pois apresenta características biológicas que a torna suscetível à extinção, como o longo e complexo ciclo de vida, com maturidade sexual entre 25-35 anos [53][54][55].

Em contrapartida, a menor frequência da espécie *L. olivácea* na área de estudo já era esperada, pois a espécie ocorre em maior abundância na região nordeste, mais especificamente entre sul de Alagoas e norte da Bahia [56], importantes áreas de nidificação. Apesar de também apresentar áreas relevantes de alimentação no estado do Rio de Janeiro [57][58].

As informações aqui apresentadas têm o potencial de auxiliar no processo de tomada de decisões pelo poder público, no que se refere à criação e implementação de ações estratégicas para a conservação das espécies de tartarugas-marinhas na região, visto que apresentam um status de conservação preocupante [59][48][60] [19]. Na RESEX Marinha de Arraial do Cabo, tais estratégias estão sendo implementadas atualmente, com a parceria com núcleos de pesquisa que estão desenvolvendo o monitoramento de tartarugas marinhas na região, como o projeto Costão Rochoso (<https://www.costaorochoso.com.br/inicio>). Além disso, melhorias de gestão, relacionadas à zona restrita que existe dentro da RESEX, serão implementadas a partir do ano de 2024.

Conclusão

Este trabalho objetivou a análise de parâmetros abióticos e a análise dos dados de registros sobre presença e distribuição espacial de espécies de tartarugas-marinhas em Arraial do Cabo/RJ. Para isso foram efetuados levantamentos nos anos de 2019, 2020 e 2021. Ao longo do período de observação, nem todas as espécies de tartaruga-marinha, com registro de distribuição na costa do Rio de Janeiro, foram observadas. A ausência de *E. imbricata* neste trabalho de monitoramento pode ser um indicativo de abandono da área em função de impactos ambientais, como a caça no passado, para o uso do casco no artesanato, assim como, dada a estimativa de menores números dessa espécie, que se encontra criticamente ameaçada de extinção.

Foi observada uma variação espaço-temporal das espécies de tartarugas-marinhas em Arraial do Cabo. Com a presença conspícua da tartaruga-verde (*C. mydas*) na porção abrigada da região, que é utilizada principalmente como sítio de alimentação,

sobretudo para juvenis da espécie. Também foi registrada, de forma inédita, a agregação pontual, na porção oceânica de Arraial do Cabo, pela tartaruga-de-couro (*D. coriacea*) perseguindo manchas de fitoplâncton gelatinoso, importante recurso alimentar para a espécie.

A temperatura superficial da água do mar permaneceu de acordo com o esperado para a região de estudo, que abriga o fenômeno da ressurgência, acionado pela intensidade e frequência dos ventos do quadrante leste/nordeste. Porém, no final do período de estudo foi observada anomalia térmica para a porção mais abrigada da região, ligada principalmente ao fenômeno do El Niño. Tais anomalias podem levar a alterações nas dinâmicas de crescimento das macroalgas, assim como de outros organismos bentônicos, que fazem parte da dieta das tartarugas-marinhas, principalmente da espécie *C. mydas*.

Este trabalho oferece importantes subsídios para a criação de políticas públicas e estratégias de conservação e manejo das espécies de tartarugas-marinhas, como melhorias na gestão de zonas restritas de uso dentro da RESEX Marinha de Arraial do Cabo, assim como atividades de monitoramento das populações de tartarugas-marinhas a longo prazo. Para finalizar, recomenda-se ainda que o desenvolvimento de projetos de avaliação da dinâmica de distribuição do plâncton gelatinoso seria de suma importância, para o esclarecimento de lacunas sobre a ecologia e biogeografia desses animais.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto SENAI de Tecnologia Química e Meio Ambiente da Firjan, pelo apoio financeiro e administrativo, e aos colaboradores Matheus Nideck e Carlos Reif.

Referências

1. MMA -Ministério do Meio Ambiente. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. PORTARIA Nº 148, DE 7 DE JUNHO DE 2022. Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. [Internet]. Diário Oficial da União de 8 de junho de 2022 [citado em 2022 jun 8]. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/>

Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf.

2. IUCN - The International Union for Conservation of Nature. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. [Acesso em 10 jan 2022]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>.

3. Milton S, Lutz P. Natural and human impacts on turtles. In: Shigenaka, G., editor. Oil and sea turtles: biology, planning, and response. USA: NOAA National Atmospheric Administration. 2010. p. 27-34.

4. Laurance WF. *Habitat* destruction: death by a thousand cuts. In: Sodhi NS, Ehrlich PR (eds.). Conservation Biology for All. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 73-87.

5. Awabdi DR, Siciliano S, Di Benedetto APM. First information about the stomach contents of juvenile green turtles, *Chelonia mydas*, in Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. Marine Biodiversity Records. 2013; 6: 1-6. doi: 10.1017/S1755267212001029

6. Schuyler Q, Hardesty BD, Wilcox C, Townsend K. Global analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. Conservation Biology. 2013; 28(1): 129-139.

7. Garay JB, Santa Cruz ET, Jimenez LA, Torres DS. Fatal plastic ingestion by a green turtle (*Chelonia mydas*) in San Isidro, Davao Gulf, Philippines. Marine Turtle Newsletter. 2019; 157: 13-15. Available from: <http://www.seaturtle.org/mtn/archives/mtn157/mtn157-4.shtml>

8. Bertolotti, L, Salmon M. Do embedded roadway lights protect sea turtles? Environmental Management. 2005; 36(5): 702-710. doi: 10.1007/s00267-004-0288-2

9. Kamrowski RL, Limpus C, Moloney J, Hamann M. Coastal light pollution and marine turtles: assessing the magnitude of the problem. Endangered Species Research. 2012; 19: 85-98. doi: 10.3354/esr00462

10. López-Barrera EA, Longo GO, Monteiro-Filho ELA. Incidental capture of green turtle (*Chelonia mydas*) in gillnets of small-scale fisheries in the Paranaguá Bay, Southern Brazil. Ocean and Coastal Management. 2012; 60: 11-18. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2011.12.023

11. Wallace BP, Kot CY, Dimatteo AD, Lee T, Crowder LB, Lewison RL. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. Ecosphere. 2013; 4(3): 1- 49. doi: 10.1890/ES12-00388.1

12. Tagliolatto AB, Giffoni B, Guimarães S, Godfrey MH, Monteiro Neto C. Incidental capture and mortality of sea turtles in the industrial double rig bottom trawl fishery in south eastern Brazil. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2019; 30(2): 1-13. doi: 10.1002/aqc3252

13. Fuentes MMPB, Maynard JA, Guinea M, Bell IP, Werdell PJ, Hamann M. Proxy indicators of sand temperature help project impacts of global warming on sea turtles in northern Australia. *Endangered Species Research*. 2009; 9: 33-40. doi: 10.3354/esr00224
14. Witt MJ, Hawkes LA, Godfrey MH, Godley BJ, Broderick AC. Predicting the impacts of climate change on a globally distributed species: the case of the loggerhead turtle. *Journal of Experimental Biology*. 2010; 213(6): 901-911. doi: 10.1242/jeb.038133
15. Montero N, Marcovaldi MAGI, Lopez-Mendilaharsu M, Santos AS, Santos AJB, Fuentes MMPB. Warmer and wetter conditions will reduce offspring production of hawksbill turtles in Brazil under climate change. *Plos One*. 2018; 8: 1-16. doi: 10.1371/journal.pone.0204188
16. Melo LV, Sales TB, Souza GL, Brant FF, Manicacci M. Ampliação do Porto do Forno na Reserva Extrativista Marinha em Arraial do Cabo/RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*. 2009; 3(2): 163-86. Available from: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/2177-4560.20090019>
17. Oliveira DS, Domingues MVDR, Asmus ML, Abdallah PR. Expansão portuária, desenvolvimento municipal e alterações ambientais no Brasil: Desafios para a gestão costeira. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. 2013; 13(1): 79-87.
18. Goldberg DW, Almeida DT, Tognin F, Lopez GG, Pizetta GT, Leite Junior NO, Sforza R. Hopper dredging impacts on sea turtles on the Northern Coast of Rio de Janeiro state, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*. 2015; 147: 16-20.
19. Reis EC, Goldberg DW, Lopez GG. Diversidade e distribuição de tartarugas marinhas na área de influência das atividades de E&P na Baía de Campos, 2017. Available from: http://www.projetotamar.org.br/publicacoes_html/pdf/2017/2017_Diversidade_e_Distribuicao_de_tartarugas_marinhas_na_area_de_influencia_das_atividades_de_E&P_na_bacia_de_campos.pdf.
20. Spalding MD, Fox HE, Allen GR, Davidson N, Ferdaña ZA, Finlayson M, Halpern BS, Jorge MA, Lombana A, Lourie SA, Martin KD, Mcmanus E, Molnar J, Recchia CA, Robertson J. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 2007; 57: 573-583. doi: 10.1641/B570707
21. Valentin JL. The Cabo Frio Upwelling System, Brazil. In: Seeliger U, Kjerfve B (eds). *Ecological Studies: Coastal Marine Ecosystems of Latin America*, Vol.144. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 2001. p. 97-105
22. ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2020) Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo. [Acesso em 12 jan 2022]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/plano_de_manejo_Resex_Marinha_do_Arraial_do_Cabo.pdf.
23. Koblitz RV, Pereira Júnior SJ, Ajuz RCA., Grelle CEV. *Ecologia de paisagens e licenciamento ambiental. Natureza & Conservação*. 2011; 9(2): 244-248.
24. Barros LSC, Leuzinger MD. O uso de drones como instrumento para a conservação da biodiversidade no Brasil. *Revista de Direito Internacional, Brasília*, 2019; 16(2): 140-149. doi: 10.5102/rdi.v16i2.6164.
25. Fossette S, Witt MJ, Miller P, Nalovic MA, Albareda D, Almeida AP, Broderick AC, Chaco N-Chaverri D, Coyne MS, Domingo A, Eckert S, Evans D, Fallabrino A, Ferraroli S, Formia A, Giffoni B, Hays GC, Hughes G, Kelle L, Leslie A, López-Mendilaharsu M, Luschi P, Prosdocimi L, Rodriguezheredia S, Turny A, Verhage S, Godley BJ. Pan-Atlantic analysis of the overlap of a highly migratory species, the leatherback turtle, with pelagic longline fisheries. *Proceedings of the Royal Society*. 2014; 281: 1-8. doi: 10.1098/rspb.2013.3065
26. Gandra TBR, Gobel CF, Monteiro DS, Estima SC, Secchi ER, Swimmer Y, Marcovaldi MA. Análise de imagens de temperatura superficial do mar (TSM) para detecção de frentes oceânicas e correlação com movimentos de tartarugas-cabeçuda (*Caretta caretta*) no sul do Brasil. *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa/PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE*. p.4799-4806.
27. Santos JA, Colman LP, Barsante Santo AJ, Bellini C, Pizetta GT, Weber MI, Oliveira FLC, Ramos RMA, Santos EAP. Identificação de áreas críticas para tartarugas marinhas e sua relação com unidades de conservação no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. 2022; 12(4): 1-24. doi: 10.37002/biobrasil.v12i4.2038
28. Boyd IL, Bowen WD, Iverson SJ. *Marine Mammal Ecology and Conservation*. New York, Oxford University Press, 2010, 450p.
29. Lodi L. Tamanho e composição de grupos de botos-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na baía de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. *Atlântica, Rio Grande*. 2003; 25(2): 135-146.
30. Altman J. Observational study behavior: sampling methods. *Behaviour*, 1974; 49: 227-266.
31. Carbonel CAAH. Modelling of upwelling-downwelling cycles caused by variable wind in a very sensitive coastal system. *Continental Shelf Research*. 2003; 23: 1559-1578. doi: 10.1016/S0278-4343(03)00145-6
32. Guimaraens MA, Coutinho R. Spatial and temporal variation of benthic marine algae at the Cabo Frio upwelling region, Rio de Janeiro, Brazil. *Aquatic Botany*. 1996; 52: 283-299.
33. Coelho-Souza SA, López MS, Guimaraes JRD, Coutinho R, Candella RN. Biophysical interactions in the

- Cabo Frio upwelling system, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 2012; 60 (3): 353-365. Available from: <https://www.scielo.br/j/bjoce/a/pX4z3VdmR4q49T4XtSRc6DH/?lang=en>
34. Santos LA, Silva BCA, Silva KCR, Santos RC, Souza EM, Muniz RA, Barbosa AB. Branqueamento de corais e outros cnidários bentônicos no costão rochoso da Praia do Forno (Arraial do Cabo/RJ) durante as anomalias térmicas das águas superficiais do oceano ocorridas nos meses de fevereiro e maio de 2019. *Vértices*. 2021; 23(2): 560-579. doi: 10.19180/1809-2667.v23n22021p560-579
35. Leão ZMAN, Kikuchi RKP, Oliveira MDM. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. *Biota Neotropica*, 2008; 8(3): 69-82. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300006>
36. Marcovaldi MÁ, Godfrey MH, Mrosovsky N. Estimating sex ratios of loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. *Canadian Journal of Zoology*. 1997; 75(5): 755-770.
37. Poloczanska ES, Limpus CJ, Hays GC. Vulnerability of marine turtles to climate change. *Advances in Marine Biology*. 2009; 56: 151-211.
38. León YM, Bjorndal KA. Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*. 2002; 245: 249-258. doi: 10.3354/meps245249
39. Giffoni BB, Gonçalves RK, Marcondes A, Santos AS, Marcovaldi N, Baptistotte C, Miranda RFA, Stahelin G. 20 anos de captura e recaptura da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. In: IX Jornadas de Conservación e Investigación de Tortugas Marinas del Atlántico Sur Occidental. Red ASO – Tortugas, La Paloma, Rocha, Uruguay. 2023
40. Barbière EB. Ritmo climático e extração do sal em Cabo Frio. *Revista Brasileira de Geografia*. 1975; 37(4): 23-109.
41. Mello-Fonseca J, Cordeiro CAMM, Ferreira CEL. Spatial distribution of sea turtles on South Atlantic subtropical reefs. *Marine Ecology Progress Series*. 2021; 678: 125-138. doi: 10.3354/meps13860
42. Houghton JDR, Callow MJ, Hays GC. *Habitat utilization of juvenile hawksbill turtles (Eretmochelys imbricata) in a shallow water coral reef habitat*. *Journal of Natural History*, 37: 12691280, 2003.
43. Hayes CT, Baumbach DS, Jum, D, Dunbar SG. Impacts of recreational diving on hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) behaviour in a marine protected area. *Journal of Sustainable Tourism*. 2016; 9582: 1-17. Doi: 10.1080/09669582.2016.1174246
44. Marcovaldi M, Chaloupka M. Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. *Endangered Species Research*, 3: 133-143, 2007.
45. Di Benedetto APM, Siciliano S, Monteiro LR. Herbivory level and niche breadth of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in a tropical coastal area: insights from stable isotopes. *Marine Biology*. 2017; 164: 13. Available from: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/26551>
46. Mello-Fonseca J, Cruz FS, Soares M, Souza PMP, Tavares TL, Muniz RA. Evidence of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in Brazilian Subtropical Coastal Waters. *Reptiles & Amphibians*: 2023; 30(1): 1-5. <https://doi.org/10.17161/randa.v30i1.18263>.
47. Reis EC, Silveira VVB, Siciliano S. Records of stranded sea turtles on the coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Marine Biodiversity Records*. 2009; 2: 1-4.
48. Senko J, Lopez-Castro MC, Koch V, Nichols WJ. Immature East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) use multiple foraging areas off the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico: First evidence from Mark-Recapture Data. *Pacific Science*. 2010; 1: 125-130.
49. Almeida AP, Santos AJB, Thomé JCA, Belini C, Baptistotte C, Marcovaldi MA, Santos AS, Lopez M. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. 2011; 1: 18-25. Available from: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/articulo/view/87/73>
50. López-Mendilaharsu M, Rocha CFD. Comportamento de movimentação horizontal e vertical da tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*). *Oecologia Brasiliensis*. 2009; 13(1): 99-114.
51. Lima EPE, Wanderlinde J, Almeida DT, Lopez GG, Goldberg DW. Nesting ecology and conservation of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in Rio de Janeiro, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*. 2012; 11(2): 249-254.
52. Reis EC, Pereira CS, Rodriguez DP, Secco H, Lima LM, Rennó B, Siciliano S. Condição de saúde das tartarugas marinhas do litoral centro-norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: avaliação sobre a presença de agentes bacterianos, fibropapilomatose e interação com resíduos antropogênicos. *Oecologia Australis*. 2010; 14(3): 756-765.
53. Chaloupka MY, Musick JA. Age, growth, and population dynamics. In: Lutz PL, Musick JA. *The biology of sea turtles*. Boca Raton: CRC Press; 2017. p: 233-276.
54. Chaloupka M, Bjorndal KA, Balazs GH, Bolten AB, Ehrhart LM, Limpus CJ, Yamaguchi M. Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. *Global Ecology and Biogeography*. 2008; 17(2): 297-304. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1466-8238.2007.00367.x>

55. Monsinjon JR, Wyneken J, Rusenko K, López-Mendilaharsu M, Lara P, Santos A, Marcovaldi MAG, Fuentes, MMPB, Kaska Y, Tucek J, Nel R, Williams KL, Leblanc AM, Rostal D, Guillon JM, Girondot M. The climatic debt of loggerhead sea turtle populations in a warming world. *Ecological Indicators*. 2019; 107: 1-13. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105657
56. Marcovaldi MA, Marcovaldi GG. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto Tamar-Ibama. *Biological Conservation*. 1999, 91: 35-41.
57. Silva A, Santos E, Oliveira FLC, Weber MI, Batista JAF, Serafini TZ, Castilhos JC. Satellite-tracking reveals multiple foraging strategies and threats for olive ridley turtles in Brazil. *Marine Ecology Progress Series*. 2011, 443: 237-247. doi: 10.3354/meps09427
58. Santos EAP, Silva ACCD, Sforza R, Oliveira FLC, Weber MI, Castilhos JC, López-Mendilaharsu M, Marcovaldi MAAG, Ramos RMA, DiMatteo A. Olive ridley inter-nesting and post-nesting movements along the Brazilian coast and Atlantic Ocean. *Endangered Species Research*. 2019, 40: 149–162. <https://doi.org/10.3354/esr00985>
59. Hamann M, Godfrey MH, Seminoff JA, Arthur K. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st Century. *Endangered Species Research*. 2010; 11: 245-269. doi: 10.3354/esr00279
60. ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de ação nacional para conservação das tartarugas marinhas. Brasília: Editora Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília/DF, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-tartarugas-marinhas>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.
Fluxo Contínuo e Edição Temática:
Ecologia do Fogo e Conservação do Bioma Pantanal
n.4, 2024

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

